

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 605 941**

51 Int. Cl.:

G06Q 10/00 (2012.01)

G01N 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.02.2007 PCT/IL2007/000205**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.08.2007 WO07096865**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.02.2007 E 07706147 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2016 EP 1987459**

54 Título: **Sistema y método para evaluar y reducir la contaminación del aire regulando la ventilación por flujo de aire**

30 Prioridad:

21.02.2006 US 774610 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

17.03.2017

73 Titular/es:

**URECSYS - URBAN ECOLOGY SYSTEMS -
INDOOR AIR QUALITY MANAGEMENT LTD.
(100.0%)
16/5 Korhe H'adorot Street
93387 Jerusalem, IL**

72 Inventor/es:

BASSA, NIR

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 605 941 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

SISTEMA Y MÉTODO PARA EVALUAR Y REDUCIR LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE REGULANDO LA VENTILACIÓN POR FLUJO DE AIRE

DESCRIPCIÓN

- 5 **Campo de la invención**
- La presente invención se refiere en general al campo de monitorizar la contaminación del aire en un entorno dado, más precisamente, se refiere a sistemas y métodos para estimar tendencias de contaminación del aire locales y para optimizar de manera rutinaria las condiciones de ventilación por flujo de aire de construcciones según mediciones de contaminación del aire.
- 10 El problema de la contaminación del aire de interior no es menos grave que la contaminación exterior porque la contaminación exterior difunde al interior del espacio de construcciones, y porque dentro de las construcciones hay muchas fuentes de contaminación del aire que emiten contaminación al interior del volumen limitado de las propias construcciones. La presente invención no es específica para abordar contaminantes del aire, y es adecuada para abordar partículas ultrafinas y contaminantes gaseosos muy pequeños que son los contaminantes más comunes, más peligrosos y más cancerígenos.
- 15 El documento JP 2004 028387 A describe un sistema de control y gestión remoto para acondicionadores de aire. Los acondicionadores de aire pueden enviar información de ubicación e información del entorno exterior/interior (por ejemplo, contaminación del aire) a un servidor de gestión que realiza la gestión centralizada de la pluralidad de acondicionadores de aire.
- 20 **Sumario**
- Por tanto, la invención tiene el objetivo de mejorar los métodos y sistemas de ventilación por flujo de aire de entornos (220) cerrados no monitorizados actuales.
- 30 Este objeto se logra mediante un método y un sistema según las reivindicaciones 1 y 8, respectivamente. Realizaciones y desarrollos ventajosos son el objeto de las reivindicaciones dependientes adicionales 2 a 7 y 9 a 14.
- Se da a conocer un método para estimar niveles absolutos o relativos de contaminación del aire y tendencias de contaminación del aire en ubicaciones diferentes de una zona urbana usando al menos una estación de monitorización de la contaminación del aire y al menos un centro informático. El método comprende recopilar de manera continua datos de contaminación del aire e identificar fluctuaciones diarias frecuentes de contaminación del aire de manera rutinaria en tiempo real de al menos una ubicación en la zona urbana y transmitir los datos a al menos un centro informático. El método también incluye las etapas de realizar una fase preliminar de identificar sincronizaciones en cuanto a tendencias de niveles de contaminación del aire entre ubicaciones diferentes de la zona urbana, y analizar los datos en el centro informático y estimar los niveles de contaminación del aire en al menos una ubicación de esa misma zona urbana que no incluye una estación de monitorización, basándose en la fase preliminar.
- 35 La fase preliminar incluye además las etapas de recopilar tendencias de contaminación del aire de una segunda ubicación en la zona urbana y analizar patrones, regularidades y dependencias en cuanto a diferencias en tendencias de contaminación del aire en las ubicaciones de la misma zona urbana por el centro informático. El método envía opcionalmente la información a una unidad de regulación de ventilación automática en el entorno cerrado, tal como una construcción o un vehículo o a una persona ubicada en la zona urbana.
- 40 El método puede incluir también recopilar de al menos una ubicación en la zona urbana datos acerca de factores de intervención. Los factores de intervención incluyen parámetros que influyen en la concentración, difusión y dispersión de la contaminación del aire y en la transmisión de los datos de los factores de intervención al centro informático. Las tendencias de contaminación del aire en secciones de la zona urbana que no incluyen una estación de monitorización se estiman según datos de estaciones de monitorización remotas y los factores de intervención.
- 45 Los factores de intervención incluyen opcionalmente la distancia entre cada estación de monitorización y cada ubicación, la dirección del viento, la velocidad del viento, la temperatura, la topografía, la presión barométrica, los niveles de humedad, los ángulos o los vectores de estos parámetros en relación con cada ubicación, y la composición de aire y la intensidad de la luz solar.
- 50 El método también incluye opcionalmente la etapa de calcular un factor para determinar la influencia relativa de cada estación de monitorización en la estimación de tendencias de contaminación del aire de cada ubicación que no incluye una estación de monitorización cuando se monitorizan los niveles de contaminación del aire en al menos dos ubicaciones diferentes de la misma zona urbana. El factor para cada par posible de una estación de monitorización y una ubicación se calcula según los factores de intervención.
- 55 El método también incluye opcionalmente la etapa de calcular un factor para determinar la influencia relativa de cada estación de monitorización en la estimación de tendencias de contaminación del aire de cada ubicación que no incluye una estación de monitorización cuando se monitorizan los niveles de contaminación del aire en al menos dos ubicaciones diferentes de la misma zona urbana. El factor para cada par posible de una estación de monitorización y una ubicación se calcula según los factores de intervención.
- 60 Los datos analizados se transmiten a receptores en la zona urbana. Los datos analizados se refieren a niveles
- 65

relativos de contaminación del aire en tiempo real en los alrededores del receptor. Los datos analizados incluyen instrucciones acerca de la ventilación del entorno cerrado con aire procedente del exterior. Las instrucciones se determinan según estimaciones actuales de niveles relativos de contaminación del aire en los alrededores del entorno cerrado en comparación con un umbral calculado de nivel relativo de contaminación del aire para cada ubicación del entorno cerrado. Los cálculos se basan en predicciones de niveles de contaminación del aire según algoritmos de predicción, tales como algoritmos de aprendizaje.

El umbral se determina por el centro informático según niveles relativos de contaminación en momentos dados de ventilación anteriores. En el cálculo del umbral, el método mide el intervalo de tiempo entre cada dos ventilaciones consecutivas del entorno cerrado y tiene en cuenta el intervalo de tiempo en el cálculo del umbral en el que cuanto mayor es el intervalo de tiempo mayor es el umbral. El intervalo de tiempo máximo entre cada dos instrucciones de ventilación consecutivas está predefinido dentro de cada unidad de regulación de ventilación automática o por el centro informático según parámetros relevantes de cada entorno cerrado.

El método también mide componentes del aire en el entorno cerrado y tiene en cuenta estos datos en el cálculo del umbral en el que una mejor composición de componentes del aire en el entorno cerrado permite un umbral inferior. La ubicación del entorno cerrado se identifica opcionalmente en tiempo real. El proceso de ubicación se realiza usando un sistema de posicionamiento global (GPS) o identificación de ubicación de dispositivo celular.

Las instrucciones de ventilación se determinan según características del entorno cerrado. Las características del entorno cerrado incluyen opcionalmente el volumen, la población y los niveles de actividad dentro del entorno cerrado.

El método también incluye opcionalmente la etapa de recibir información de retroalimentación de los entornos cerrados y ajustar los cálculos en consecuencia. La unidad de regulación de ventilación automática incluye opcionalmente un sensor de CO₂ y la activación de la ventilación por flujo de aire procedente del exterior se activa cuando los niveles de CO₂ superan un umbral predefinido.

También se da a conocer un sistema para monitorizar y estimar los niveles diarios o niveles relativos de contaminación del aire en zonas urbanas para el fin de optimizar las condiciones de ventilación por flujo de aire de entornos cerrados. El sistema comprende estaciones de monitorización de la contaminación del aire estacionarias o móviles situadas en la zona urbana para monitorizar de manera continua fluctuaciones rutinarias en los niveles de contaminación del aire en su ubicación. El sistema también incluye una segunda estación de monitorización que funciona para una identificación preliminar de sincronizaciones en cuanto a tendencias de niveles de contaminación del aire entre ubicaciones diferentes de la misma zona urbana y un centro informático centralizado de optimización y control para recopilar y analizar datos de contaminación del aire recibidos de las estaciones de monitorización. Esta información se recoge por el centro informático a través de una primera red de comunicación y se envían instrucciones de control a través de una segunda red de comunicación a receptores en los entornos cerrados. Las instrucciones de control incluyen datos de modo de ventilación.

Los receptores pueden estar ubicados en secciones de la zona urbana que no incluyen una estación de monitorización. El receptor puede ser una unidad de regulación de ventilación automática o una persona ubicada dentro de la zona urbana. Puede usarse un sistema de posicionamiento, tal como una unidad de GPS; una unidad de comunicación celular, para determinar la ubicación del receptor. El sistema incluye un algoritmo para mediciones y evaluaciones periódicas para predecir momentos dados regulares en los que los niveles de contaminación del aire son relativamente bajos.

La unidad de regulación de ventilación automática controla la ventilación del entorno cerrado con aire procedente del exterior. La unidad de regulación de ventilación automática también incluye opcionalmente un temporizador para activar la ventilación por flujo de aire procedente del exterior tras un tiempo predefinido. La unidad de regulación de ventilación automática incluye opcionalmente además un sensor de CO₂ que permite la activación de la ventilación por flujo de aire procedente del exterior cuando los niveles de CO₂ superan un umbral predefinido.

La segunda estación de monitorización recopila información acerca de factores de intervención. Los factores de intervención incluyen parámetros que influyen en la concentración, difusión y dispersión de la contaminación del aire.

Breve descripción de los dibujos

El contenido que se considera que es la invención se entenderá más claramente a la luz de la siguiente descripción de realizaciones en el presente documento, facilitada únicamente a modo de ejemplo y para fines de discusión ilustrativa la presente invención, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

la figura 1 es un diagrama que ilustra las fluctuaciones medidas en la contaminación del aire en ubicaciones diferentes de la misma zona urbana (Tel-Aviv);

la figura 2 es una ilustración esquemática del entorno en el que funcionan las realizaciones de la presente invención;

la figura 3 es una ilustración esquemática del flujo de información entre los componentes de realizaciones de la presente invención;

5 la figura 4 es una ilustración de la representación gráfica de una zona urbana como una cuadrícula en el centro informático de optimización y control según realizaciones de la presente invención;

la figura 5 es un diagrama que ilustra el funcionamiento de la función de compromiso según realizaciones de la presente invención;

10 la figura 6 es un diagrama que ilustra los niveles de contaminación del aire en las construcciones en comparación con la contaminación del aire fuera de las construcciones tal como se logra mediante realizaciones de la presente invención;

15 la figura 7 es una ilustración de los dos estados del flujo de aire en construcciones y el funcionamiento de las unidades de control de ventilación por flujo de aire según realizaciones de la presente invención;

la figura 8 es un diagrama que ilustra un promedio de valores máximos diarios en comparación con un promedio de valores mínimos diarios de niveles de contaminación del aire en seis zonas urbanas diferentes;

20 la figura 9 es un diagrama que ilustra las fluctuaciones en los niveles de contaminación del aire en diecisiete días diferentes en la misma zona urbana (Londres);

25 la figura 10 es un diagrama que ilustra fluctuaciones de contaminación del aire de un año entero en la misma zona urbana (Haifa);

la figura 11 es un diagrama que ilustra las fluctuaciones en los niveles de contaminación del aire en cuatro días diferentes en la misma zona urbana superpuesta (Londres).

30 Los dibujos junto con la descripción hacen que sea evidente para los expertos en la técnica cómo puede realizarse la invención en la práctica. No se intenta mostrar detalles estructurales de la invención en más detalle de lo necesario para una comprensión fundamental de la invención.

35 Se apreciará que por motivos de simplicidad y claridad de ilustración, los elementos mostrados en las figuras no se han dibujado necesariamente a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos de los elementos pueden estar exageradas en relación con otros elementos por motivos de claridad. Además, cuando se considera apropiado, pueden repetirse números de referencia entre las figuras para indicar elementos correspondientes o análogos.

Descripción detallada

40 La presente invención es un sistema y un método para monitorizar los niveles de contaminación del aire en zonas urbanas para el fin de transmitir datos de contaminación del aire y para el fin de optimizar las condiciones de ventilación por flujo de aire de construcciones según los datos. El término ventilación por flujo de aire en el presente documento se refiere a ventilación por flujo de aire procedente del exterior al interior de la construcción, mientras que se excluye el aire de interior; el término circulación de flujo de aire se refiere a ventilación por aire de interior. El sistema y el método dados a conocer suministran datos en tiempo real en cuanto a niveles locales o niveles relativos de contaminación del aire, es decir niveles de contaminación del aire actuales en relación con los anteriores. El sistema y el método dados a conocer usan las fluctuaciones en los niveles de contaminación del aire con el fin de lograr la reducción óptima de los niveles de contaminación del aire dentro de construcciones diariamente.

50 Una realización es un ejemplo o implementación de las invenciones. Las diversas apariciones de “una realización” o “algunas realizaciones” no se refieren necesariamente todos ellos a las mismas realizaciones. Aunque diversas características de la invención pueden describirse en el contexto de una única realización, las características también pueden facilitarse por separado o en cualquier combinación adecuada. A la inversa, aunque la invención puede describirse en el presente documento en el contexto de realizaciones separadas por motivos de claridad, la invención también puede implementarse en una única realización.

60 La referencia en la memoria descriptiva a “una realización”, “algunas realizaciones” u “otras realizaciones” significa que se incluye un rasgo distintivo, estructura o característica particular descrita en relación con las realizaciones en al menos una realización, pero no necesariamente en todas las realizaciones, de las invenciones. Se entiende que la fraseología y la terminología empleadas en el presente documento no deben interpretarse como limitativas y que son únicamente para fines descriptivos.

65 Los principios y los usos de las enseñanzas de la presente invención pueden entenderse mejor con referencia a la descripción, las figuras y los ejemplos adjuntos. Ha de entenderse que los detalles expuestos en el presente documento no deben interpretarse como una limitación a una aplicación de la invención. Además, ha de entenderse que la invención puede llevarse a cabo o ponerse en práctica de varios modos y que la invención puede

implementarse en realizaciones distintas de las explicadas resumidamente en la descripción a continuación.

Ha de entenderse que los términos “que incluye”, “que comprende”, “que consiste en” y variantes gramaticales de los mismos no excluyen la adición de uno o más componentes, características, etapas o número enteros o grupos de los mismos y que los términos deben interpretarse como que especifican componentes, características, etapas o número enteros. La expresión “que consiste esencialmente en” y variantes gramaticales de la misma, cuando se usa en el presente documento no debe interpretarse que excluye componentes, etapas, características, número enteros o grupos de los mismos adicionales, sino más bien que las características, número enteros, etapas, componentes o grupos de los mismos adicionales no alteran materialmente las características básicas y novedosas de la composición, dispositivo o método reivindicado.

Si la memoria descriptiva o las reivindicaciones se refieren a “un elemento adicional”, esto no excluye que haya más de uno del elemento adicional. Ha de entenderse que cuando las reivindicaciones o la memoria descriptiva se refieren a “un” elemento, tal referencia no debe interpretarse como que hay sólo uno de ese elemento. Ha de entenderse que cuando la memoria descriptiva afirma que un componente, rasgo distintivo, estructura o característica “puede” o “podría” incluirse, no se requiere que se incluya ese componente, rasgo distintivo, estructura o característica particular.

Cuando sea aplicable, aunque pueden usarse diagramas de estado, diagramas de flujo o ambos para describir realizaciones, la invención no se limita a estos diagramas o a las descripciones correspondientes. Por ejemplo, no es necesario que el flujo pase a través de cada recuadro o estado ilustrado, o exactamente en el mismo orden que el ilustrado o descrito.

Los métodos de la presente invención pueden implementarse realizando o completando de manera manual, automática, o una combinación de las mismas, etapas o tareas seleccionadas. El término “método” se refiere a maneras, medios, técnicas y procedimientos para llevar a cabo una tarea dada incluyendo, pero sin limitarse a, aquellas maneras, medios, técnicas y procedimientos o bien conocidos o bien fácilmente desarrollados a partir de maneras, medios, técnicas y procedimientos conocidos por los expertos en la técnica a la que pertenece la invención. Las descripciones, ejemplos, métodos y materiales presentados en las reivindicaciones y la memoria descriptiva no deben interpretarse como limitativos sino más bien únicamente como ilustrativos.

El significado de los términos técnicos y científicos usados en el presente documento ha de entenderse comúnmente por un experto habitual en la técnica a la que pertenece la invención, a menos que se defina de otro modo. La presente invención puede implementarse en las pruebas o la práctica con métodos y materiales equivalentes o similares a los descritos en el presente documento.

Los términos “inferior”, “por debajo”, “superior” y “por encima” tal como se usan en el presente documento no indican necesariamente que un componente “inferior” está por debajo de un componente “superior”, o que un componente que está “por debajo” está de hecho “por debajo” de otro componente o que un componente que está “por encima” está de hecho “por encima” de otro componente. Como tal, las direcciones, los componentes o ambos pueden voltearse, rotarse, moverse en el espacio, situarse en una orientación o posición diagonal, situarse en horizontal o en vertical, o modificarse de manera similar. Por consiguiente, se apreciará que los términos “inferior”, “por debajo”, “superior” y “por encima” pueden usarse en el presente documento únicamente para fines a modo de ejemplo, para ilustrar el posicionamiento o colocación relativa de determinados componentes, para indicar un primer y un segundo componente o ambos.

Cualquier publicación, incluyendo patentes, solicitudes de patente y artículos, a los que se hace referencia o se mencionan en esta memoria descriptiva se incorporan en el presente documento en su totalidad en la memoria descriptiva, en el mismo grado que si se indicara de manera específica o individual que cada publicación individual se incorpora al presente documento. Además, la mención o identificación de cualquier referencia en la descripción de algunas realizaciones de la invención no debe interpretarse como un reconocimiento de que tal referencia está disponible como técnica anterior con respecto a la presente invención.

Uno de los principales objetivos de este sistema y método es definir los momentos óptimos para la ventilación con el fin de lograr una mejora significativa y persistente de la calidad del aire de interior, de manera rutinaria, usando fluctuaciones no deterministas, continuas y eficaces en los niveles de contaminación del aire en los alrededores de cada construcción. El logro de este objetivo no requiere que el sistema mantenga niveles absolutos de contaminación del aire en los alrededores de cada construcción, puesto que el factor decisivo en la definición de los momentos óptimos para la ventilación es la tendencia de las fluctuaciones en los niveles relativos de contaminación del aire y no los niveles absolutos en sí mismos.

Las funciones mencionadas anteriormente del sistema y el método dados a conocer requieren la evaluación en tiempo real de niveles relativos de contaminación del aire y sus tendencias en los alrededores de cada construcción. El sistema y el método sugeridos pueden estimar niveles relativos o reales de contaminación del aire en ubicaciones diferentes usando sólo una o pocas estaciones de monitorización en una zona urbana completa, pudiendo proporcionar esta estación de monitorización datos en cuanto a los niveles reales de contaminación o simplemente

niveles relativos de contaminación. Según la presente invención, con el fin de estimar los niveles relativos de contaminación del aire en ubicaciones diferentes de la ciudad, no se necesita que las estaciones de monitorización estén ubicadas en esas ubicaciones específicas. Además, el sistema y el método sugeridos pueden definir momentos óptimos para la ventilación en ubicaciones diferentes de una zona urbana completa usando sólo un centro de procesamiento.

El sistema y el método sugeridos se basan en el análisis de datos de la contaminación del aire y en la caracterización de la contaminación del aire urbana. Estos desarrollos presentan un único enfoque, con importantes ventajas ecológicas, que permiten que el sistema aborde eficazmente una variedad de contaminantes e incluso con contaminantes gaseosos pequeños y partículas ultrafinas que no podrían filtrarse por tecnologías actuales del estado de la técnica (diseñadas para mejorar la calidad del aire de interior). Las partículas finas, las partículas ultrafinas y los contaminantes gaseosos son los contaminantes más comunes y más peligrosos. No obstante, la solución sugerida puede funcionar con otros productos diseñados para mejorar la calidad del aire de interior, tales como filtros y purificadores, y también puede mejorar su eficacia y duración. Usando esta tecnología, los clientes pueden mejorar su salud con el coste de sólo algunos dólares al mes.

Realizaciones de la presente invención ofrecen una solución eficaz que reduce significativamente los costes de evaluar en tiempo real tendencias o niveles locales de contaminación del aire, los costes de los canales de comunicación y las transmisiones requeridas y los costes de las unidades de regulación del control de ventilación por flujo de aire. Por tanto, realizaciones de la presente invención pueden proporcionar dispositivos de control de ventilación por flujo de aire asequibles para cualquier tipo de construcción, oscilando entre habitaciones pequeñas hasta grandes complejos de construcciones. En el presente documento, el uso del término construcción se refiere a cualquier tipo de estructura, apartamento, oficina, etc.

Los datos empíricos recopilados de ciudades seleccionadas en todo el mundo demuestran y establecen que se repiten cada día fluctuaciones drásticas, un aumento y una disminución de los niveles de contaminación del aire. Los resultados muestran que cada día en la mayoría de las ciudades hay momentos en los que los niveles de contaminación del aire disminuyen hasta un valor que es una décima parte de los niveles más altos de ese día, como promedio. En algunas ciudades, la diferencia promedio entre los momentos dados más contaminados y más limpios es de hasta 30 veces mayor.

La figura 8 es un diagrama que ilustra un promedio de valores máximos diarios en comparación con un promedio de valores mínimos diarios de niveles de contaminación del aire en seis zonas urbanas diferentes. En cuanto a las ciudades Londres, Los Ángeles, Tel Aviv y Haifa, la toma de muestras cubrió el año entero (de lo contrario, las muestras se tomaron a intervalos de 22 días) omitiendo los fines de semana y las vacaciones porque la actividad industrial y el tráfico son relativamente bajos en esos días. En la ciudad de Nueva York, la toma de muestras cubrió aproximadamente un mes y medio continuo. En Hong Kong, los datos cubrieron un año entero. La figura 8 demuestra la repetición de fluctuaciones drásticas cada día en seis zonas urbanas diferentes. El hecho de que todas las ciudades muestren un patrón similar, pese a las diferencias en la toma de muestras, refuerza la afirmación de que se repiten fluctuaciones significativas de los niveles de contaminación del aire a lo largo del día.

La figura 9 es un diagrama que ilustra la repetición de fluctuaciones significativas de los niveles de contaminación del aire tal como se monitorizó en la ciudad de Londres a lo largo de un periodo de diecisiete días de toma de muestras que cubrían un año entero (las muestras se tomaron a intervalos de 22 días). La figura 10 es un diagrama que ilustra un año entero de fluctuaciones medidas en la ciudad de Haifa. Tal como se muestra, se repiten fluctuaciones de contaminación del aire el año entero. Adicionalmente, numerosas fluctuaciones, especialmente en el invierno, superan los niveles máximos presentados en la figura 10. Los niveles de contaminación del aire se caracterizan por fluctuaciones impredecibles, continuas, frecuentes y significativas que se producen cada día. La figura 11 es un diagrama que ilustra tales fluctuaciones no deterministas. Este diagrama muestra fluctuaciones de contaminación del aire tal como se midieron en cuatro días diferentes en la ciudad de Londres. Tal como se ilustra mediante los datos en el gráfico de la figura 11, los niveles de contaminación del aire no muestran ninguna regularidad.

Las fluctuaciones de contaminación del aire no tienen lugar según ciclos predeterminados. Por tanto, no hay manera de predecir de manera exacta el valor del nivel de contaminación del aire en momentos dados secuenciales, en ubicaciones específicas. Aunque hay algunos prototipos de sistemas, tales como redes neuronales, diseñados para predecir los niveles de contaminación del aire, estos métodos no pueden abordar eficazmente los cambios, no son lo suficientemente sensibles como para detectar irregularidades locales, no son precisos y no están adaptados para analizar la contaminación del aire en alta resolución. Por ejemplo, estos sistemas no pueden identificar diferencias de las tendencias y los niveles de contaminación del aire a lo largo de minutos y docenas de minutos. En última instancia, estos sistemas podrían servir como el sistema y el método sugeridos en el futuro, pero por ahora no hay modo de predecir de manera precisa cuál será el cambio de los niveles de contaminación en minutos, decenas de minutos, o en cualquier momento dado individual en el plazo de meses.

El uso de fluctuaciones de contaminación del aire con el fin de programar la ventilación de construcciones para los momentos óptimos plantea dos problemas principales: En primer lugar, hay problemas de viabilidad y aplicación. Por

ejemplo, las fluctuaciones de contaminación del aire no son cíclicas ni predeterminadas. Por tanto, es necesario un sistema y un método para decidir si ventilar en un momento dado determinado o esperar al siguiente momento dado con el fin de lograr una calidad del aire óptima en construcciones.

5 El segundo problema es el alto coste de tales sistemas para cada construcción. Sólo las estaciones de monitorización profesionales son lo suficientemente sensibles para detectar breves cambios de los niveles de contaminación del aire de manera eficaz, en tiempo real y con alta resolución. Sin embargo, el coste de las estaciones de monitorización profesionales es de miles de dólares por unidad como mínimo, y es necesario un funcionamiento contante, profesional de las estaciones de monitorización para cada construcción. La ubicación de una estación de monitorización grande, cara y profesional en los alrededores de cada construcción no resulta práctica. Adicionalmente, debe establecerse una conexión entre las estaciones de monitorización y ordenadores que deben funcionar según programas que pueden estimar los momentos dados apropiados más limpios para la ventilación.

15 Las fluctuaciones de contaminación del aire no son cíclicas ni predeterminadas y diferentes partes de la ciudad urbana pueden mostrar diferentes niveles de contaminación del aire. Sin embargo, el sistema y el método dados a conocer hacen uso del hecho de que según el análisis realizado sobre los datos acumulados por las estaciones de monitorización de contaminación del aire, las zonas urbanas tienden a incluir vastos entornos homogéneos en lo que se refiere a sus tendencias de contaminación del aire. Es probable que en muchos casos toda una zona urbana esté en un único entorno en lo que se refiere a las tendencias de contaminación del aire. Una similitud en las tendencias de contaminación del aire es una similitud en los momentos en que los niveles de contaminación del aire aumentan o disminuyen, y en los momentos de valores mínimos y máximos. En otras palabras, aunque ubicaciones diferentes en una única zona urbana pueden tener niveles diferentes de contaminación del aire en cualquier momento dado individual, las fluctuaciones en los niveles monitorizados en las diferentes ubicaciones tienden a coincidir.

25 La figura 1 es un diagrama que ilustra los niveles monitorizados de contaminación del aire tal como se monitorizaron en cuatro secciones diferentes en la ciudad de Tel Aviv a lo largo de un periodo de seis días. Tal como resulta evidente a partir de este diagrama, aunque se midieron diferentes niveles de contaminación en las cuatro estaciones de monitorización, las tendencias medidas fueron principalmente las mismas en todas las zonas y los niveles mínimos, tales como los puntos 130, 140 y 150, y los niveles máximos, tales como los puntos 100, 110 y 120, coincidieron. Aunque algunas secciones pueden no estar sincronizadas entre sí, es probable que dos secciones diferentes de la misma zona urbana puedan mostrar un patrón o regularidad detectable en cuanto a sus diferencias en tendencias de contaminación del aire. La investigación realizada por los inventores ha mostrado que estos hallazgos son característicos de fluctuaciones en los niveles de contaminación del aire en zonas urbanas.

35 Basándose en estos hallazgos y puesto que el fin principal de este sistema y método es identificar estos puntos de extremidad, tanto el máximo como el mínimo, para encontrar los momentos óptimos durante el día para ventilar las construcciones, el sistema y el método dados a conocer proponen hacer uso de este fenómeno. Adicionalmente, el sistema y el método dados a conocer están diseñados para identificar patrones y regularidades en cuanto a diferencias en tendencias de contaminación del aire entre diferentes partes de la zona urbana y hacen uso de este fenómeno.

45 La figura 2 es una ilustración esquemática de los componentes principales del sistema ubicados en una zona urbana según realizaciones de la presente invención. Realizaciones de la presente invención comprenden el centro 230 informático de optimización y control y varias estaciones 210 de monitorización de contaminación del aire, móviles o estacionarias, ubicadas en diferentes secciones de la misma zona urbana. Además, en la zona urbana hay construcciones 220 clientes cuya ventilación por flujo de aire está regulada por unidades 240 de regulación sencillas. Es importante observar que el número de centros 230 informáticos y el número de estaciones 210 de monitorización es significativamente más pequeño que el número de construcciones cuya ventilación por flujo de aire está controlada por el sistema. Y lo que es más, un único centro 230 informático de optimización y control puede dar servicio a varias zonas urbanas. Considerando el hecho de que las estaciones 210 de monitorización de contaminación del aire son habitualmente los componentes más caros en el sistema, esta característica del sistema reduce drásticamente sus costes de implementación, puesto que sólo requiere una o pocas estaciones 210 de monitorización para cada gran zona urbana.

55 La figura 3 es una ilustración esquemática del flujo de información entre los componentes del sistema según realizaciones de la presente invención. Las estaciones 210 de monitorización de contaminación del aire monitorizan los niveles de contaminación del aire en las ubicaciones en las que están colocadas y transfieren estos datos en tiempo real al centro 230 informático de optimización y control a través de la red 300. Los niveles de contaminación del aire pueden monitorizarse de manera continua o en cortos intervalos de tiempo. Otras fuentes de datos pueden servir como centro 230 informático de optimización y control. La red 300 puede ser una red privada especializada, una red de datos celular, internet o cualquier otro tipo de red de comunicación de datos. Los datos recibidos se almacenan y se analizan en el centro 230 informático de optimización y control. La comunicación entre el centro 230 informático de optimización y control y las unidades 240 de regulación se realiza a través de la red 310. La red 310 puede ser una red privada especializada, una red de datos celular, internet o cualquier otro tipo de red de comunicación de datos.

El sistema y el método sugeridos pueden estimar los niveles de contaminación del aire mediante el uso de marcadores de contaminación del aire aceptados tales como NOx o también otros tipos de contaminantes. Por tanto, el sistema y el método sugeridos pueden funcionar según un índice normalizado.

En un entorno definido por la similitud de tendencias de contaminación del aire es posible evaluar de manera aproximada las tendencias de contaminación del aire en una ubicación conociendo las tendencias en otra. El grado de similitud de las tendencias de contaminación del aire entre dos ubicaciones diferentes en la misma zona urbana depende de varios factores tales como la distancia, la dirección del viento, la velocidad del viento, la temperatura, etc. Conociendo estos factores y sus valores es posible optimizar la evaluación de tendencias de contaminación del aire en ubicaciones diferentes monitorizando las tendencias de contaminación del aire en otras ubicaciones dentro de la misma zona urbana.

El centro 230 informático de optimización y control contiene un mapa detallado de la zona 200 urbana. Las ubicaciones exactas de las construcciones abonadas están marcadas en el mapa. La figura 4 es una ilustración del mapa detallado de la zona 200 urbana observado en la unidad de procesamiento del centro 230 informático de optimización y control. En el mapa 400, la zona 200 urbana se divide inicialmente en secciones primarias, por ejemplo dividiendo una ciudad en una cuadrícula, y marcando la ubicación exacta de las unidades 210 de monitorización de contaminación del aire. El tamaño de las secciones primarias puede determinarse según la homogeneidad de las tendencias de contaminación del aire en la ciudad: se necesitan menos secciones primarias en una ciudad homogénea porque sus secciones primarias son más grandes. El sistema asocia cada construcción 220 con la sección primaria de la zona 200 urbana a la que pertenece. Basándose en los datos recibidos de las unidades 210 de monitorización en tiempo real, el sistema mantiene datos sobre los niveles de contaminación del aire en sus secciones primarias, tales como en las secciones primarias B2, C4, D-E2 y F3-4. Se estima la contaminación del aire en las secciones primarias de la zona 200 urbana que no tienen una unidad 210 de monitorización de contaminación del aire, tal como las secciones primarias C2, D3 y F2. La estimación de los niveles de contaminación del aire en estas secciones primarias se calcula y se optimiza según datos de todas las estaciones 210 de monitorización en la zona urbana, mientras que el peso relativo de los datos recibidos de cada estación 210 se determina según su distancia desde las secciones primarias diadas y teniendo en cuenta otros factores medidos que se sabe que influyen en los niveles y la difusión de la contaminación del aire, tales como la dirección y la velocidad del viento, la temperatura, la topografía, la presión barométrica y los niveles de humedad. Pueden medirse muchos factores mediante las estaciones de monitorización, y otros pueden actualizarse directamente en el centro informático de optimización y control. Este proceso de optimización se realiza en la fase preliminar y puede realizarse periódicamente durante el funcionamiento del sistema, permitiendo estimar los niveles reales de contaminación del aire en la ubicación que no incluye estaciones de monitorización.

Se calcula un factor específico para cada par posible de una sección primaria y una estación de monitorización. El factor determina la influencia relativa de cada estación en relación con las otras estaciones evaluando las tendencias de contaminación del aire en la sección primaria. Los valores de los factores recibidos de las diferentes estaciones de monitorización se multiplican por los factores específicos para cada par posible de una sección primaria y una estación de monitorización. Los valores multiplicados recibidos de todas las estaciones de monitorización se suman entonces y se dividen entre la suma de los factores con el fin de determinar los niveles relativos de contaminación del aire en diferentes secciones primarias. Puesto que un único o un número pequeño de centros 230 informáticos pueden dar servicio a una zona 200 urbana, pueden realizarse de manera central un nuevo examen de los cálculos, la mejora y los ajustes de algoritmos, la actualización del mapa de la ciudad y las ubicaciones de estaciones de monitorización y la actualización de parámetros adicionales.

Adicionalmente, mediciones periódicas, usando una estación de monitorización móvil, en una sección que no tiene estación de monitorización estacionaria, permiten suministrar datos en cuanto a niveles exactos de contaminación en esa sección. Esto permite que el centro informático evalúe los niveles absolutos de contaminación en esa sección cuando no hay estaciones de monitorización situadas en esa sección, y comparar la estimación calculada de tendencias de contaminación con las medidas, y corregir el algoritmo de cálculo en consecuencia. Según una realización de la presente invención, las estaciones de monitorización móviles pueden colocarse en un vehículo de transporte público, tal como un tranvía o un tren ligero. Por tanto, la estación de monitorización móvil sigue un transcurso regular a través de toda la zona urbana y puede transmitir datos de contaminación del aire a intervalos de tiempo programados previamente.

Puesto que las fluctuaciones en los niveles de contaminación del aire en todas las secciones de la zona 200 urbana no son cíclicos ni predecibles en modo alguno, el sistema utiliza un algoritmo de optimización para determinar los momentos óptimos para la ventilación de construcciones. Para garantizar resultados optimizados y asegurarse de que las construcciones se ventilan en los momentos dados en que hay contaminación del aire mínima, el sistema compara el nivel relativo de contaminación del aire estimado actual en cualquier momento dado en la sección en la que reside la construcción y lo compara con los niveles relativos de contaminación del aire de las últimas ventilaciones por flujo de aire de esa construcción. Por tanto, las instrucciones de ventilación desde el centro informático de optimización y control pueden ser específicas para cada sección. La determinación de los momentos de ventilación óptimos para cada construcción se basa en tres algoritmos: el algoritmo del valor de contaminación

relevante de las construcciones, el algoritmo del nivel de contaminación de una unidad de tiempo y la función de compromiso. Los tres algoritmos pueden actualizarse o cambiarse.

El valor de contaminación relevante de las construcciones se define según los niveles relativos de contaminación del aire que quedó en las construcciones de una sección específica durante las ventilaciones recientes. El valor de contaminación relevante de las construcciones depende de las unidades de tiempo entre dos mediciones consecutivas. El peso de la unidad de tiempo cuando tuvo lugar realmente la ventilación procedente del exterior en la determinación del valor de contaminación relevante de las construcciones depende de la actualidad de esta unidad de tiempo. A medida que se llevan a cabo más instrucciones de ventilación, los valores de unidades de tiempo anteriores se vuelven menos relevantes en la estimación del valor de contaminación actual de las construcciones. En cualquier momento dado en que haya una actualización de los datos de contaminación del aire, el centro 230 informático evalúa para cada sección si el valor de contaminación relativo presente es más pequeño o igual que el valor de contaminación relevante de las construcciones. La ventilación procedente del exterior se activa o continúa cuando los valores de contaminación medidos son más pequeños o iguales que el "valor de contaminación relevante de las construcciones".

Para garantizar un uso óptimo de las veces en las que los niveles de contaminación del aire son relativamente bajos y para evitar largos periodos de tiempo en los que las construcciones no están ventiladas, el sistema también realiza una función de compromiso. Esta función expresa la relación requerida entre el valor de contaminación relevante de construcciones y el nivel actual de contaminación. Según esta función, a medida que pasa el tiempo desde la última ventilación se necesita una relación menor entre el valor de contaminación relevante de construcciones y los niveles actuales de contaminación del aire con el fin de iniciar la ventilación procedente del exterior. Por tanto, se determina que un nivel de contaminación relativamente superior es lo suficientemente bajo como para definir el momento actual como un momento para la ventilación. Una vez activada la ventilación en las construcciones, se actualiza el valor de contaminación relevante de esas construcciones y vuelve a calcularse la función de compromiso.

Pueden usarse funciones alternativas para determinar los momentos apropiados para ventilar las construcciones, y sus parámetros pueden modificarse y actualizarse. Por ejemplo, pueden usarse redes que usan algoritmos de aprendizaje diseñados para predecir niveles de contaminación del aire, por ejemplo redes neurales, con el fin de mejorar el tiempo de reacción del sistema y su capacidad para encontrar momentos óptimos para la ventilación exterior. También pueden determinarse momentos de ventilación óptimos según mediciones y evaluaciones periódicas que predicen momentos regulares en los que los niveles de contaminación del aire son relativamente bajos tales como horas nocturnas.

La figura 5 es un diagrama que ilustra el funcionamiento de la función de compromiso. La línea 500 marca los niveles relativos de contaminación del aire en la sección en la que se encuentra la construcción 220, las secciones 510 marcan el periodo de tiempo en el que funcionó la unidad 240 de regulación de ventilación por flujo de aire y activó la ventilación por flujo de aire en la construcción 220. La línea 520 representa el valor calculado según la función de compromiso, marca el nivel máximo de contaminación del aire en el que puede darse una instrucción a la unidad 240 de regulación de ventilación por flujo de aire para empezar la ventilación por flujo de aire. El nivel de la línea 520 se determina según el nivel del valor de contaminación relevante de construcciones en las últimas ventilaciones (por ejemplo, los puntos a, c y e). Según la función de compromiso mostrada en esta ilustración, la línea 520 permanece constante durante un intervalo de tiempo predeterminado T_1 y después aumenta gradualmente a medida que avanza el tiempo T_2 . Una vez que el nivel de contaminación del aire disminuye hasta el nivel máximo marcado por la línea 520, tal como en los puntos b, e y g, se da la instrucción a la unidad 240 de regulación de ventilación del aire para empezar a funcionar una vez más. Por tanto, aunque los niveles de contaminación del aire de los puntos f y g son los mismos, a la unidad 240 de regulación de ventilación por flujo de aire sólo se le da la instrucción de funcionar en el punto g ya que el punto f está por encima de la línea 520. La función de compromiso puede actualizarse en relación con diferentes condiciones tales como diferentes condiciones meteorológicas en diferentes estaciones.

La figura 6 es un diagrama que ilustra los niveles de contaminación del aire en las construcciones en comparación con la contaminación del aire fuera de las construcciones tal como se alcanza mediante el algoritmo descrito anteriormente. La línea 500 ilustra los niveles de contaminación del aire fuera de la construcción y la línea 600 ilustra los niveles de contaminación del aire dentro de la construcción. La línea 610 marca el valor promedio de los niveles de contaminación del aire fuera de la construcción y la línea 620 marca el valor promedio del nivel de contaminación del aire dentro de la construcción. Tal como resulta evidente a partir del diagrama, el nivel de contaminación del aire promedio fuera de la construcción 610 es significativamente superior al nivel de contaminación del aire promedio dentro de la construcción 620.

Se envían instrucciones de regulación de la ventilación a cada cliente en la sección. El mecanismo 240 de regulación de la ventilación económico y sencillo se instala en cada construcción 220 cliente. Instrucciones, tales como comenzar o detener, hacen que funcione el procedimiento de ventilación en la construcción. Adicionalmente, el sistema puede enviar instrucciones intermedias que regulan el grado de ventilación, tal como aumentar o reducir la ventilación.

Las estaciones de monitorización profesionales son los elementos más caros en el sistema y método sugeridos. Por tanto es deseable reducir su número lo más posible. La similitud de tendencias en los niveles de contaminación del aire a lo largo de grandes zonas en la ciudad hace posible reducir el número de estaciones de monitorización. En una ciudad en la que se sincronizan diferentes secciones en cuanto a sus tendencias de contaminación del aire, una estación de monitorización será suficiente para cubrir grandes zonas y puede incluso que toda la zona urbana.

Este sistema y método mejoran y reducen las cargas de transferencia de datos en rutas de comunicación entre los puntos de recopilación de datos de niveles de contaminación del aire y otros parámetros y un gran número de mecanismos de ventilación. El uso de un centro de procesamiento (el centro informático), que recopila datos de contaminación del aire y otros parámetros de diferentes ubicaciones y fuentes, permite que cada cliente reciba datos simples, es decir datos ya procesados para obtener datos o instrucciones claros, a partir de una única fuente. El uso de un centro de procesamiento evita que los clientes necesiten incluir una unidad de procesamiento local. Este sistema y método evitan la necesidad de poner una estación de monitorización profesional frente a cada construcción y cada sección e integrar numerosos procesadores en cada mecanismo de ventilación de cada cliente. Este sistema y método ofrecen únicamente un centro informático que determina si enviar instrucciones a una unidad 240 de regulación sencilla en cada construcción. Además, se evita la necesidad de recibir información sin procesar, de diferentes clases y de diferentes fuentes, por aparatos de cliente. Por tanto, este sistema y método evitan la necesidad de integrar numerosos procesadores en cada mecanismo de ventilación de cada cliente. Por tanto, se impide una sobrecarga de tráfico continuo de datos en canales de comunicación con el aparato del cliente. Esto reduce el coste y la complejidad de la solución propuesta.

Para reducir adicionalmente costes y aumentar la eficacia del sistema, pueden unificarse diferentes secciones primarias que muestran tendencias sincronizadas de contaminación del aire para formar secciones secundarias más grandes. En este caso, la evaluación de tendencias de contaminación del aire y optimización de estas evaluaciones para el centro de cada sección secundaria es suficiente para establecer tendencias de contaminación del aire para cada construcción ubicada en la sección secundaria. Se monitoriza la agrupación de secciones primarias en secciones secundarias y pueden reordenarse las secciones secundarias. La eficacia de la división en secciones secundarias se examina usando estaciones de monitorización móviles, tal como se mencionó anteriormente, que sirven como control de calidad para la estimación de tendencias de contaminación del aire. Como resultado de este proceso la zona urbana se divide en secciones según la sincronización de apariciones de fluctuación en los niveles de contaminación del aire o niveles relativos y la definición de patrones de regularidades en cuanto a las diferencias de apariciones de fluctuación entre las distintas secciones.

El centro informático identifica patrones o regularidades en cuanto a diferencias en tendencias de contaminación del aire entre diferentes secciones secundarias. Si se identifican, puede lograrse una eficacia adicional usando las mismas estaciones de monitorización para evaluar tendencias de contaminación del aire en diferentes secciones secundarias.

Las proporciones del sistema son las siguientes: de una a varias estaciones de monitorización y un único centro informático, mientras que un único ordenador puede dar servicio a diferentes ciudades. Estas instalaciones pueden dar servicio a hasta cientos de secciones secundarias y dominios por ciudad, y de miles a varios millones de clientes.

El sistema y método sugeridos pueden regular de manera remota la actividad de diferentes clases de sistemas de ventilación y sistemas de acondicionamiento de aire con el fin de reducir la contaminación del aire en el interior. Puede adaptarse y comercializarse como un producto independiente, como un mecanismo que puede integrarse en los sistemas de ventilación y acondicionamiento de aire de clientes, o como un mecanismo incorporado, tal como un chip, en líneas de producción de sistemas de acondicionamiento de aire y ventilación. Por tanto, el sistema y método sugeridos pueden funcionar con sistemas de ventilación que no están conectados a ninguna clase de sistemas de acondicionamiento de aire.

Según las instrucciones enviadas desde el centro informático hasta las unidades 240 de regulación, el sistema regula válvulas o respiraderos que conmutan entre circulación interior de aire y flujo de aire del exterior. Con el fin de reducir los niveles de contaminación del aire en construcciones que sólo tienen circulación interior, el sistema de ventilación puede integrarse con una válvula o respiradero alterno que regula flujo de aire del exterior.

La figura 7 es una ilustración de los dos estados del flujo de aire en construcciones y el funcionamiento de las unidades de regulación de ventilación por flujo de aire. En el estado 700, la abertura 710 de ventilación está cerrada y el aire dentro de la construcción 720 circula 730. En el estado 750, la abertura 760 de ventilación está abierta, los ventiladores están activos, y aire fresco procedente del exterior 780 fluye en 770. Las unidades 240 de regulación de ventilación por flujo de aire regulan el estado de la abertura 710, 760. Si se encuentra que el nivel de contaminación del aire actual es igual o inferior al valor calculado según la función de compromiso, el sistema envía una instrucción a la unidad 240 de regulación para comenzar, continuar o aumentar la ventilación por flujo de aire. Si se encuentra que el nivel de contaminación del aire actual es superior al valor calculado según la función de compromiso, el sistema envía una instrucción a la unidad 240 de regulación para detener o reducir la ventilación por flujo de aire.

Un mecanismo de ventilación autónomo está diseñado para ignorar niveles de contaminación del aire exterior, y para regular el flujo de aire fresco al interior de la construcción. Este mecanismo contiene un temporizador que puede realizar la ventilación procedente del exterior aunque no se reciban instrucciones del centro de control. Según parámetros y condiciones locales el mecanismo de ventilación autónomo puede regular el flujo de aire del exterior.

5 Estos parámetros locales pueden incluir un límite de tiempo con respecto a la cantidad de tiempo entre cada dos activaciones de ventilación por flujo de aire consecutivas. Durante la fase de instalación o configuración, el mecanismo de ventilación autónomo puede programarse para contar el tiempo desde la última activación de ventilación y activar de manera automática la ventilación tras un tiempo predeterminado si no se recibió una instrucción del centro informático central. Tras cada decisión del centro informático de optimización y control de

10 realizar ventilación procedente del exterior, el temporizador se carga con un tiempo de retardo adicional. El tiempo de retardo se acumula según la duración de ventilación procedente del exterior reciente determinada por el centro informático, multiplicada por un "coeficiente de retardo" que caracteriza las necesidades de la construcción. En una construcción que necesita ventilación frecuente, puede determinarse un valor más pequeño del coeficiente de retardo, por tanto el tiempo de retardo es más pequeño. El valor del coeficiente de retardo se determina por los

15 técnicos del sistema durante la instalación del sistema, y el sistema también define las limitaciones de tiempo de retardo máximo.

Los clientes pueden limitar o reducir el tiempo de retardo programado en el temporizador, cuando desean una ventilación procedente del exterior más frecuente que la habitual. Los clientes no pueden aumentar el tiempo de

20 retardo definido por los técnicos, pero pueden apagar los sistemas de ventilación.

Según otra implementación de esta realización el mecanismo de ventilación autónomo puede activarse no sólo por un temporizador, sino también por otro mecanismo que se basa en concentraciones de CO₂ de interior medidas por un sensor integrado en los sistemas de ventilación. Un pequeño sensor está conectado al mecanismo de ventilación.

25 El sensor mide los niveles del interior de la construcción e informa al mecanismo de ventilación autónomo cuando los niveles superan un umbral predefinido, dado que niveles de CO₂ relativamente altos indican que se necesita ventilación por aire procedente del exterior. Entonces el mecanismo de ventilación autónomo puede activar la ventilación por flujo de aire para reducir los niveles del interior de la construcción.

Según una realización de la presente invención un bucle de retroalimentación está situado entre el centro 230 informático y las unidades 240 de regulación. El centro informático puede recibir información en cuanto a la ventilación por flujo de aire de la unidad 240 de regulación en cada construcción 220. El centro informático también puede recibir información en cuanto a la actividad y el funcionamiento de fuentes contaminantes del aire dentro del entorno cerrado tal como el funcionamiento de equipos de cocción. Al hacer esto, el centro informático puede

30 examinar la eficacia del funcionamiento en construcciones específicas. El centro informático también puede recibir información estática tal como el tamaño de la construcción, las horas de actividad primaria en la construcción, la frecuencia de ventilación por flujo de aire deseable de la construcción y sus velocidades de ventilación por flujo de aire, e información dinámica referente al tiempo que pasó desde la última ventilación y su duración.

El centro 230 informático de optimización y control también contiene información en cuanto a todas las unidades 240 de regulación de ventilación por flujo de aire en cada construcción 220. Para cada unidad 240 el centro 230 informático contiene su ubicación en la zona urbana y el tipo de construcción en la que está instalado. Los datos de ventilación por flujo de aire en cuanto a cada unidad de regulación incluyen información estática tal como el tamaño de la construcción, las horas de actividad primaria en la construcción, la frecuencia de ventilación por flujo de aire deseable de la construcción y sus velocidades de ventilación por flujo de aire, e información dinámica referente al tiempo que pasó desde la última ventilación y su duración. Según estos datos, y según fluctuaciones de contaminación del aire el centro 230 informático envía instrucciones de ventilación por flujo de aire, principalmente instrucciones de comenzar o detener el procedimiento de ventilación por flujo de aire en la construcción 220.

En ilustración 6 la duración del intervalo de tiempo T_1 y la tasa de gradiente de T_2 pueden determinarse según los parámetros estáticos de la construcción, tales como el tamaño de la construcción, sus capacidades de ventilación por flujo de aire, su densidad de población mínima y máxima estimada y los periodos del día en los que tiene una población más densa. Por ejemplo, la función de compromiso para una construcción de oficina grande, que se espera que tenga una población más densa al mediodía y en la que la ventilación es mala, se programará para tener un T_1 relativamente corto y un gradiente pronunciado en T_2 durante el día, para garantizar una ventilación frecuente cuando en la construcción hay mucha gente. Por otro lado, la función de compromiso para una construcción con buenas velocidades de ventilación y niveles medios de densidad de población puede programarse para tener un T_1 más largo y un gradiente más moderado en T_2 .

Según otra realización de la presente invención el sistema dado a conocer puede adaptarse para funcionar para vehículos de cualquier clase, por ejemplo coches, autobuses, trenes y barcos anclados en puertos. Para ello, se instala una unidad de sistema de posicionamiento global (GPS) o una unidad celular en el vehículo. A cada intervalo de tiempo predeterminado, la unidad transmite la posición del vehículo al centro 230 informático. Entonces el centro 230 informático determina si ventilar los interiores del vehículo usando aire procedente del exterior según la posición relevante del vehículo en relación con las secciones de cada zona urbana tal como se definen por el centro 230 informático. En general, el centro 230 informático conmuta entre ventilación procedente del exterior y circulación

según los niveles de contaminación medidos en los alrededores del vehículo.

5 Según otra realización de la presente invención, los resultados del cálculo se envían directamente a usuarios del sistema y no a unidades 240 de regulación de ventilación por flujo de aire automatizadas. La posición del usuario puede determinarla manualmente el usuario. Alternativamente, la posición del usuario puede identificarse según la ubicación geográfica de un dispositivo móvil celular que porta el usuario, tal como un teléfono celular, o una unidad de GPS, según métodos conocidos en técnica anterior. La posición del usuario se transfiere al centro 230 informático. El centro 230 informático transmite mensajes a los usuarios en cuanto a las tendencias en los niveles de contaminación del aire en su ubicación actual y los momentos dados óptimos para la ventilación. Estos mensajes se envían opcionalmente usando cualquier tipo de sistema de mensajería electrónico en tiempo real tal como mensajes por servicios de mensajes cortos (SMS), mensajes instantáneos, mensajes por correo electrónico, mensajes por servicio de mensajes multimedia (MMS) y similares. Los usuarios del sistema también pueden recibir datos de contaminación del aire en cuanto a los niveles de contaminación en ubicaciones diferentes y los momentos óptimos para la ventilación, en tiempo real, a través de un sitio web dedicado o consultar al sistema usando cualquier tipo de sistema de mensajería electrónico. Por tanto, los usuarios pueden decidir cuándo ventilar sus domicilios, oficinas o donde quiera que estén en cualquier momento dado.

20 Aunque se ha descrito la invención con respecto a un número limitado de realizaciones, éstas no deben interpretarse como limitaciones del alcance de la invención, sino más bien como ejemplos de algunas de las realizaciones. Los expertos en la técnica concebirán otras posibles variaciones, modificaciones y aplicaciones que también están dentro del alcance de la invención. Por consiguiente, el alcance de la invención no debe limitarse por lo que se ha descrito hasta ahora de este modo, sino por las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes legales. Por tanto, ha de entenderse que debe interpretarse que alternativas, modificaciones y variaciones de la presente invención están dentro del alcance y espíritu de las reivindicaciones adjuntas.

25

REIVINDICACIONES

1. Método para estimar los niveles relativos de contaminación del aire exterior en ubicaciones diferentes dentro de una zona (200) urbana y para optimizar las condiciones de ventilación por flujo de aire de entornos (220) cerrados no monitorizados usando al menos una estación (210) de monitorización de la contaminación del aire y al menos un centro (230) informático, comprendiendo dicho método las etapas de:
- 5
- en la al menos una estación (210) de monitorización de la contaminación del aire:
- 10
- recopilar de manera continua datos de contaminación del aire exterior e identificar tendencias diarias de fluctuaciones frecuentes de la contaminación del aire exterior de manera rutinaria en tiempo real;
 - transmitir dichos datos al al menos un centro (230) informático;
- 15
- en el al menos un centro (230) informático:
- 20
- identificar sincronizaciones entre ubicaciones diferentes de dicha zona urbana en cuanto a tendencias de niveles de contaminación del aire exterior; y
 - analizar dichos datos incluyendo estimar los niveles relativos de contaminación del aire exterior en al menos una ubicación de esa misma zona urbana que no incluye una estación de monitorización, basándose en sincronizaciones identificadas de niveles relativos de contaminaciones del aire exterior
 - transmitir dichos datos analizados a una unidad de regulación automática en al menos un entorno cerrado en ubicaciones en dicha zona urbana que no incluyen una estación de monitorización, en el que dichos datos analizados se refieren a niveles relativos de contaminación del aire exterior en tiempo real en los alrededores de dicho entorno cerrado no monitorizado e incluyen instrucciones para la unidad de regulación automática acerca de la ventilación de dicho entorno cerrado no monitorizado con aire procedente del exterior
 - en el que dichas instrucciones se determinan según estimaciones actuales de niveles relativos de contaminación del aire en los alrededores de dicho entorno cerrado no monitorizado en comparación con un umbral calculado de nivel relativo de contaminación del aire para cada ubicación de dicho entorno cerrado, y
 - en el que dicho umbral se calcula por dicho centro informático según niveles relativos de contaminación en momentos dados de ventilación anteriores incluyendo en los cálculos del umbral un intervalo de tiempo que se mide desde el último periodo de ventilación, en el que cuanto mayor es el intervalo de tiempo mayores son los umbrales;
 - en el que las instrucciones controlan la unidad de regulación automática para activar o continuar la ventilación si el nivel relativo de contaminación del aire estimado actual es menor o igual al umbral.
2. Método según la reivindicación 1, que comprende además las etapas de:
- 45
- recopilar tendencias de contaminación del aire de una segunda ubicación en dicha zona urbana; y
 - analizar patrones, regularidades y dependencias en cuanto a diferencias en tendencias de contaminación del aire en dichas ubicaciones de la misma zona urbana por dicho centro informático, en el que dichas tendencias se miden dentro del mismo periodo de tiempo.
- 50
3. Método según la reivindicación 1, que comprende además las etapas de:
- 55
- recopilar de manera continua datos acerca de factores de intervención de al menos una ubicación en dicha zona urbana en el que dichos factores de intervención incluyen parámetros que influyen en la concentración, difusión y dispersión de la contaminación del aire, incluyendo al menos uno de los siguientes: la distancia entre cada estación de monitorización y cada ubicación, la dirección del viento, la velocidad del viento, la temperatura, la topografía, la presión barométrica, los niveles de humedad, los ángulos o los vectores de estos parámetros en relación con cada ubicación, la composición del aire y la intensidad de la luz solar;
 - transmitir dichos datos de dichos factores de intervención a dicho centro informático; y
 - estimar las tendencias de contaminación del aire en secciones de dicha zona urbana que no incluyen una estación de monitorización, según datos de estaciones de monitorización remotas y dichos factores de intervención.
- 60
- 65

4. Método según la reivindicación 3, que comprende además la etapa de calcular un factor para determinar la influencia relativa de cada estación de monitorización en la estimación de tendencias de contaminación del aire de cada ubicación, que no incluye una estación de monitorización, cuando se monitorizan los niveles de contaminación del aire en al menos dos ubicaciones diferentes de la misma zona urbana, en el que dicho factor se calcula para cada par posible que incluye una estación de monitorización y una ubicación, en el que dicho factor se calcula según: la distancia entre cada estación de monitorización y cada ubicación, la dirección del viento, la velocidad del viento, la temperatura, la topografía, la presión barométrica, los niveles de humedad, los ángulos o los vectores de estos parámetros en relación con cada ubicación o cada línea entre cada par posible de estación de monitorización y una ubicación, la composición del aire y la intensidad de la luz solar.
5. Método según la reivindicación 1, que incluye además las etapas de:
- medir componentes del aire en dicho entorno cerrado;
 - incluir dichos componentes del aire medidos en dicho entorno cerrado en el cálculo de dicho umbral en el que una mejor composición de componentes del aire en dicho entorno cerrado permite un umbral inferior.
6. Método según la reivindicación 1, en el que dicho análisis de datos se lleva a cabo según al menos uno de los siguientes:
- predicciones de niveles de contaminación del aire según algoritmos de predicción, basándose dichos algoritmos en un algoritmo de aprendizaje;
 - información de retroalimentación de dichos entornos cerrados.
7. Método según la reivindicación 1, en el que dichas instrucciones de ventilación se determinan según características de dicho entorno cerrado, en el que dichas características incluyen al menos uno de los siguientes: el volumen, la población y los niveles de actividad dentro de dicho entorno cerrado, y la información de retroalimentación de dicho entorno cerrado, en el que los cálculos se ajustan en consecuencia.
8. Sistema para monitorizar y estimar niveles relativos diarios de contaminación del aire exterior dentro de al menos una zona (200) urbana predefinida, y para optimizar las condiciones de ventilación por flujo de aire de entornos (220) cerrados no monitorizados en ubicaciones de esa misma zona urbana que no incluyen una estación de monitorización de la contaminación del aire exterior, comprendiendo dicho sistema:
- al menos una estación (210) de monitorización de la contaminación del aire situada en ubicaciones de dicha zona (200) urbana para monitorizar de manera continua fluctuaciones en los niveles de contaminación del aire en dicha ubicación de manera rutinaria;
 - un centro (230) informático centralizado de optimización y control para recopilar datos de contaminación del aire recibidos de dicha estación de monitorización a través de una primera red (300) de comunicación, para analizar los datos e identificar periodos de tiempo preferidos para ventilar dicho entorno cerrado no monitorizado, usando aire procedente del exterior y para transmitir instrucciones de control a través de una segunda red (310) de comunicación a unidades de regulación automáticas de al menos un entorno cerrado no monitorizado,
 - en el que el sistema funciona según uno cualquiera de los métodos según la reivindicación 1 a 7.
9. Sistema según la reivindicación 8, en el que se usa al menos una segunda estación de monitorización para recopilar información acerca de factores de intervención en el que dichos factores de intervención incluyen parámetros que influyen en la concentración, difusión y dispersión de la contaminación del aire.
10. Sistema según la reivindicación 8, que incluye además un algoritmo que permite mediciones y evaluaciones periódicas para predecir momentos dados regulares en los que los niveles de contaminación del aire son relativamente bajos.
11. Sistema según la reivindicación 8, que comprende además al menos una segunda estación de monitorización que funciona para una identificación preliminar de sincronizaciones en cuanto a tendencias de niveles de contaminación del aire entre ubicaciones diferentes de la misma zona urbana.
12. Sistema según la reivindicación 8, en el que dicha al menos una segunda estación de monitorización mide niveles absolutos de contaminación del aire en periodos de tiempo limitados permitiendo estimar niveles absolutos de contaminación del aire en cualquier momento basándose en la correlación de niveles de

contaminación del aire entre diferente zonas.

5

13. Sistema según la reivindicación 8, en el que las estimaciones de niveles relativos de contaminación del aire se basan en mediciones de estaciones de monitorización remotas.
14. Sistema según la reivindicación 8, en el que las estimaciones de niveles relativos de contaminación del aire se basan en mediciones de al menos una estación de monitorización móvil.

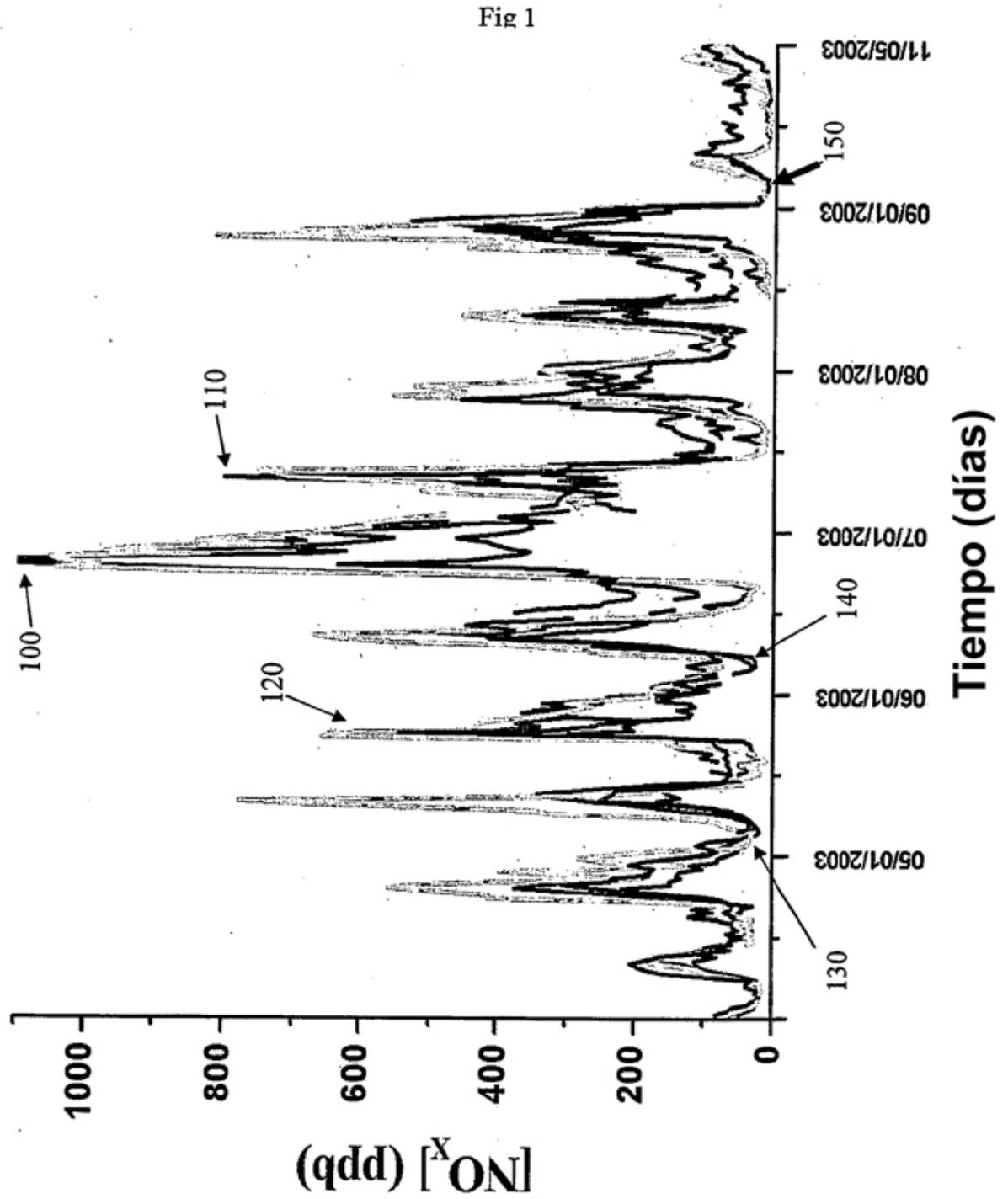


Fig 2

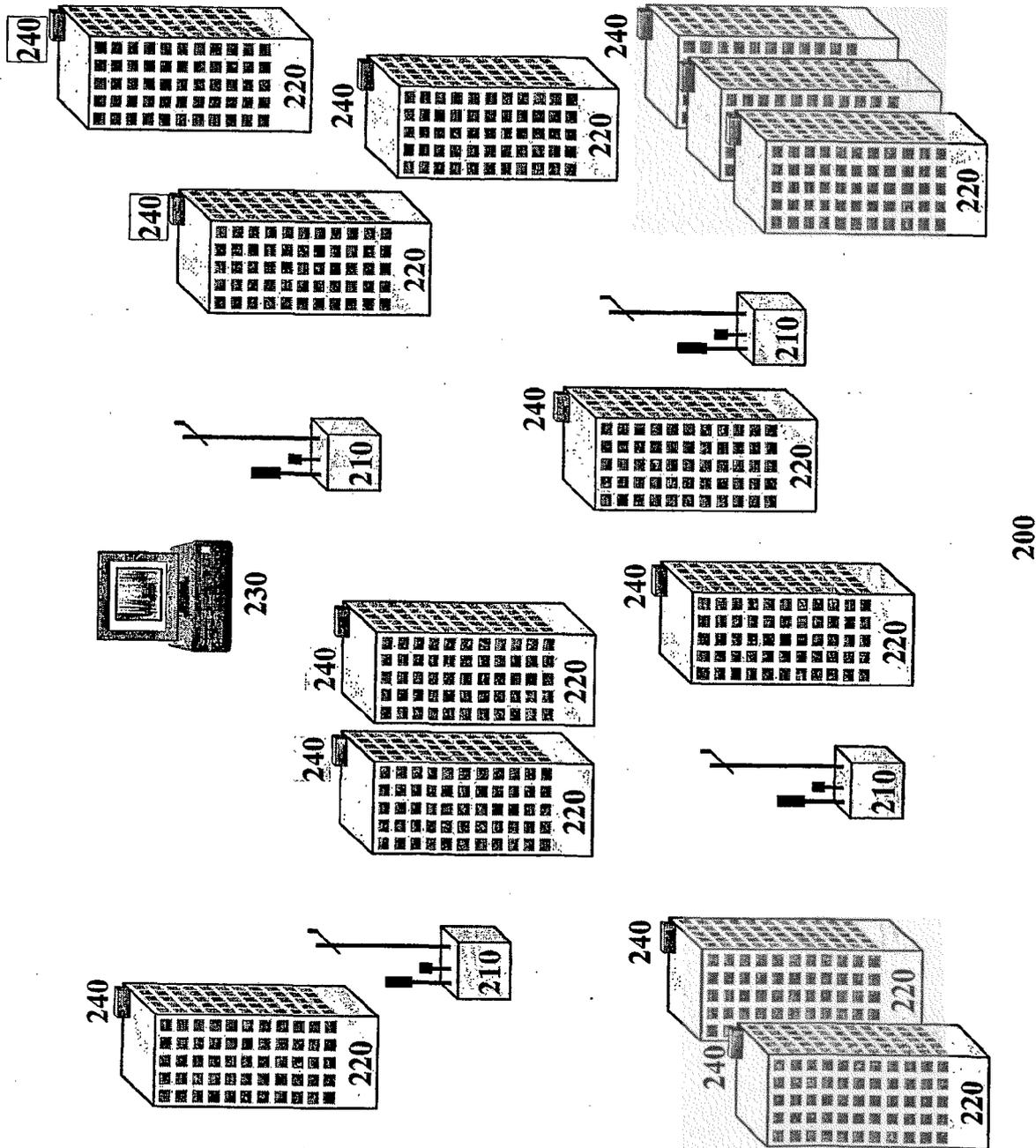


Fig 3

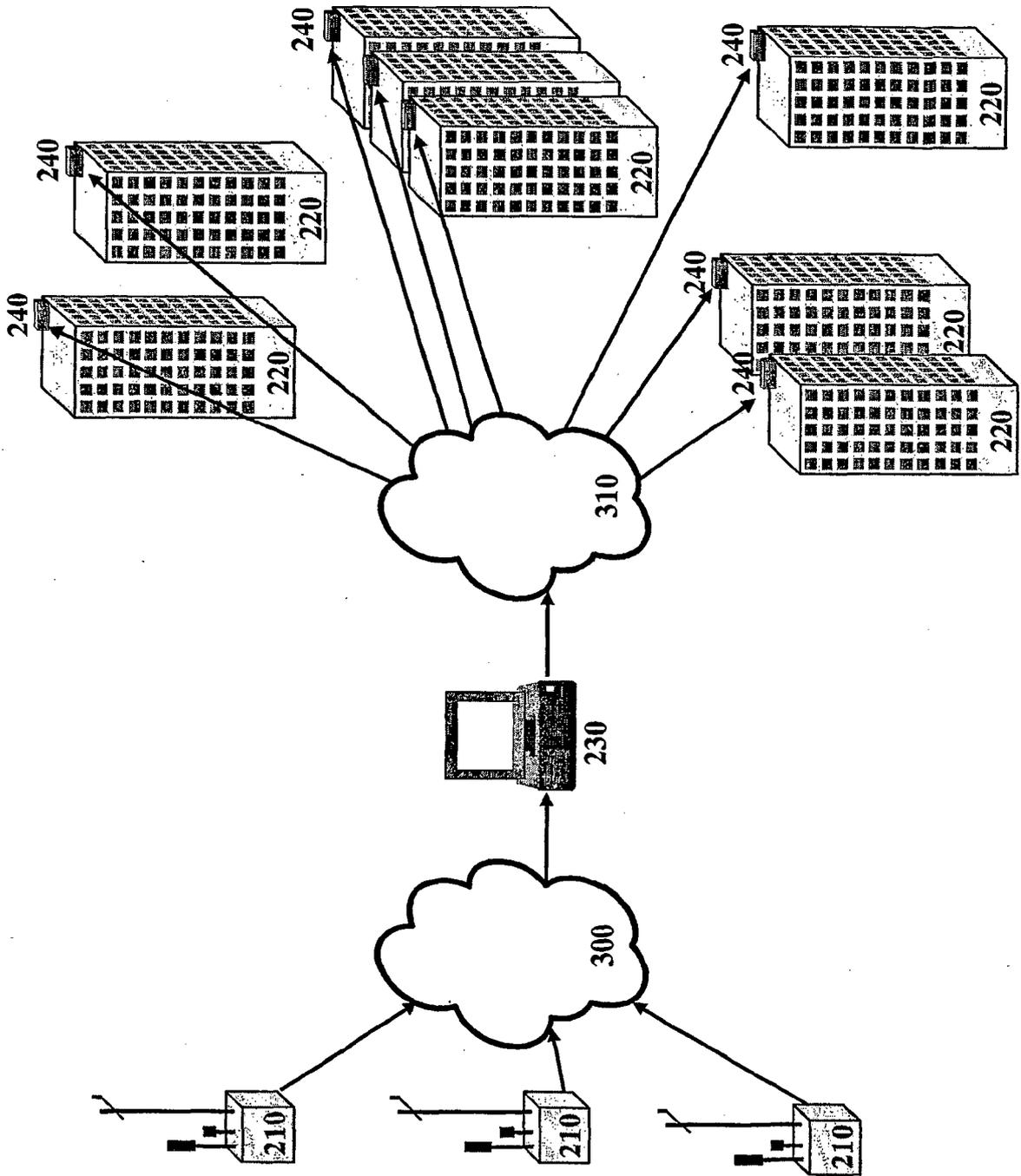


Fig 4

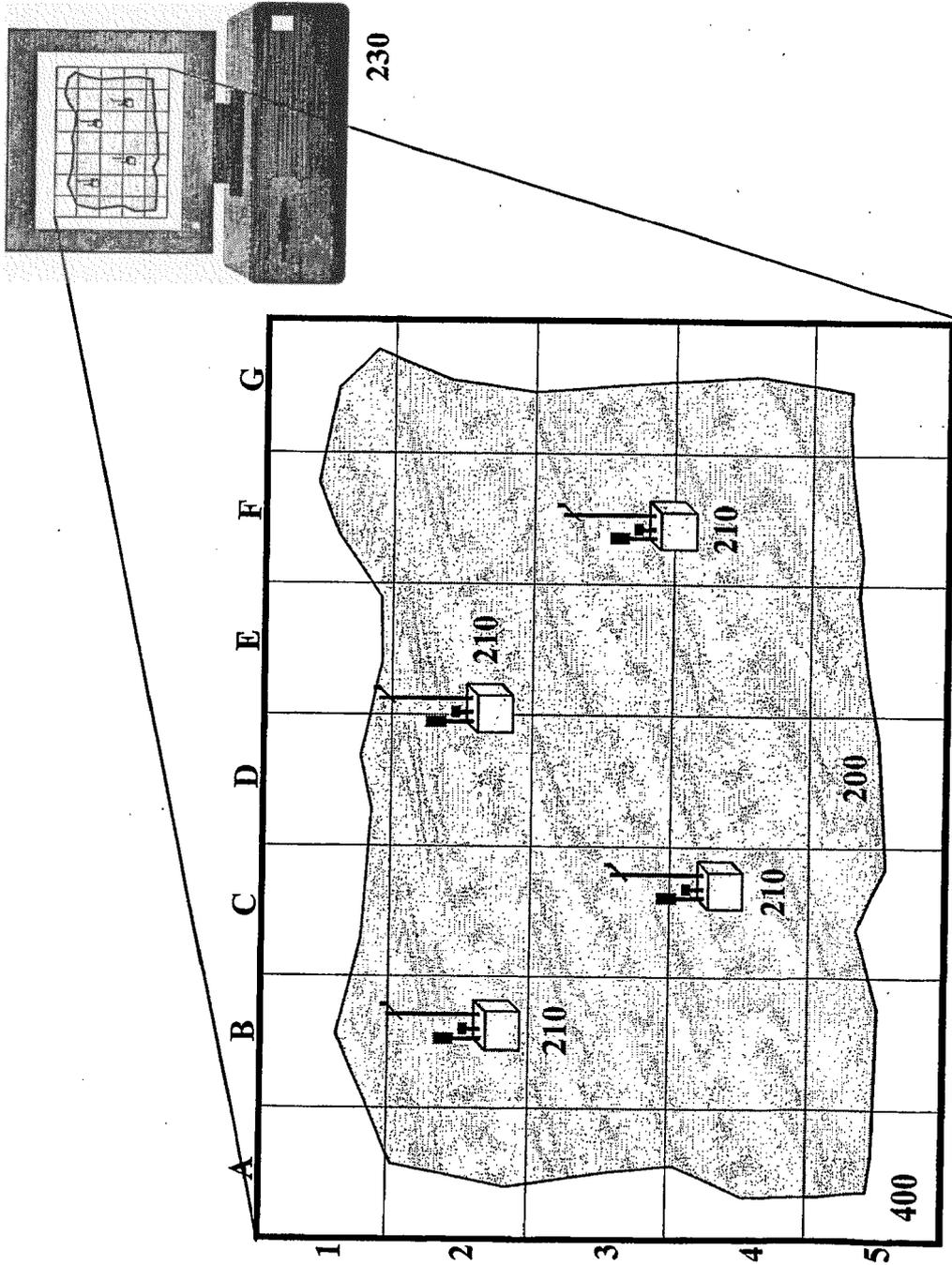
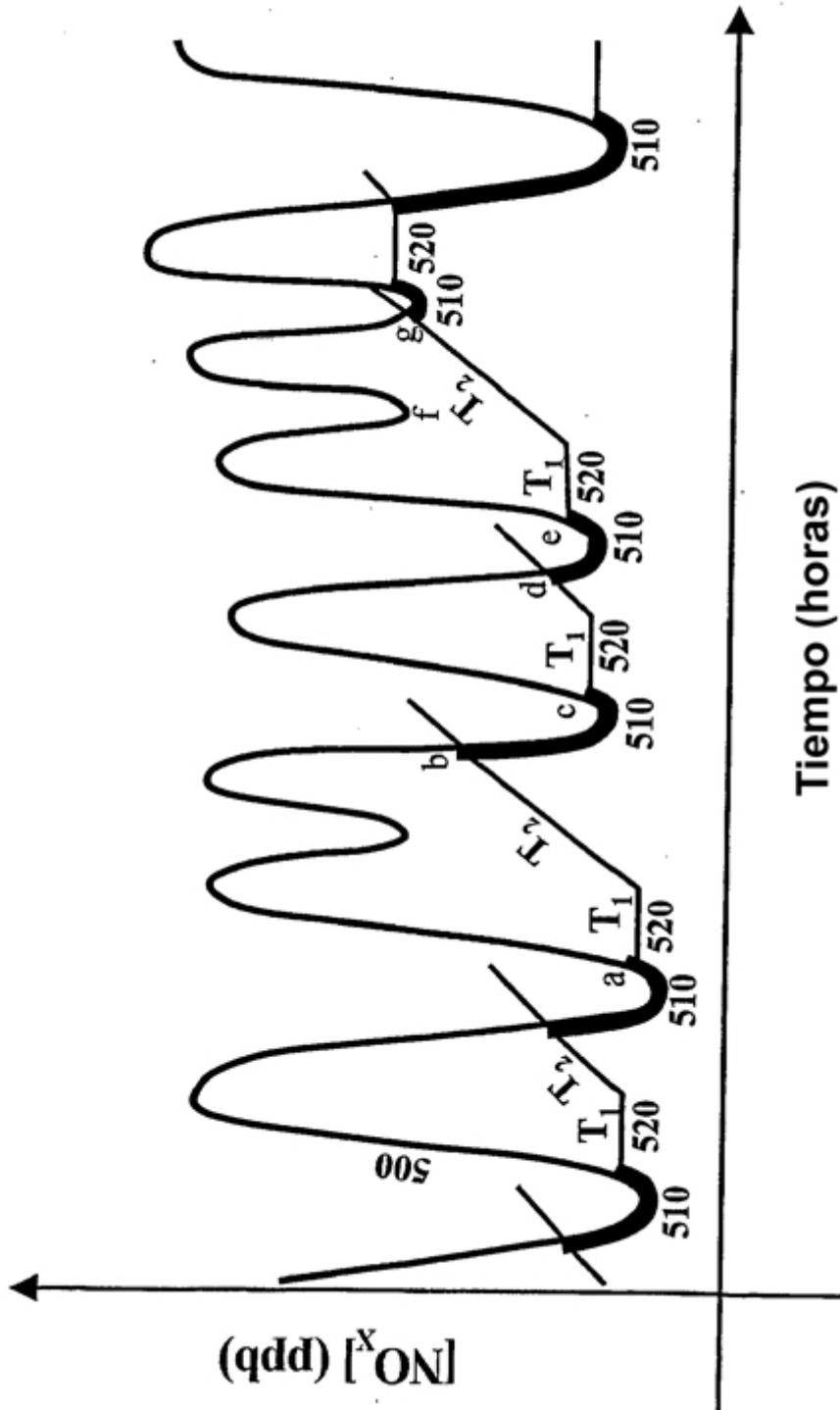


Fig 5



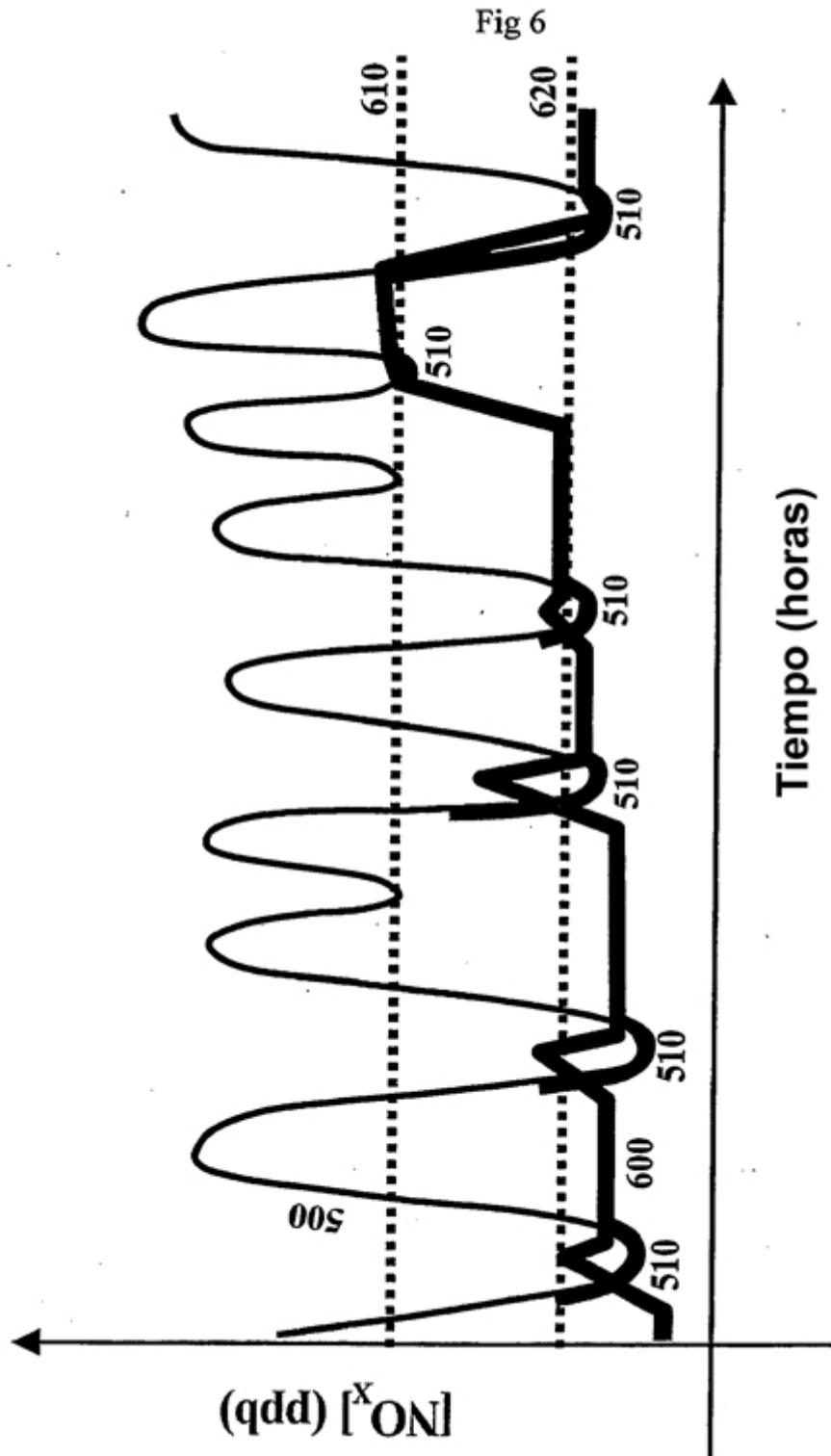
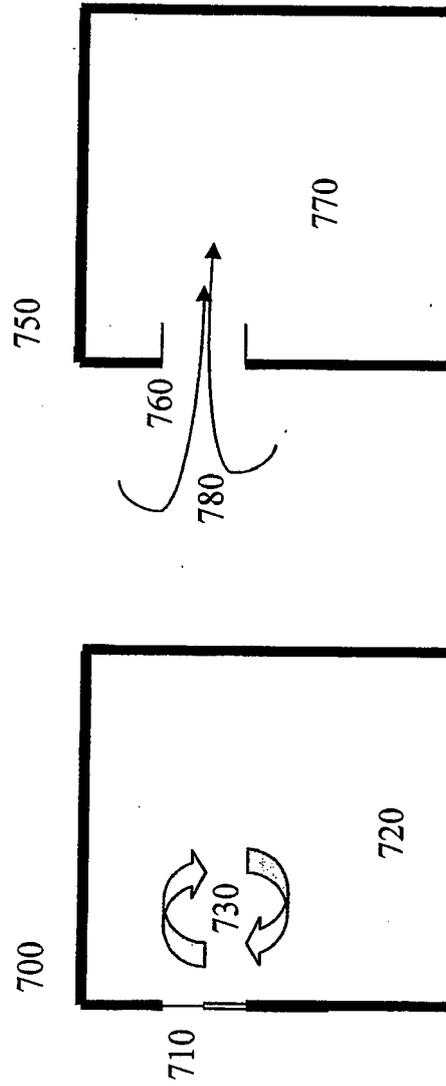
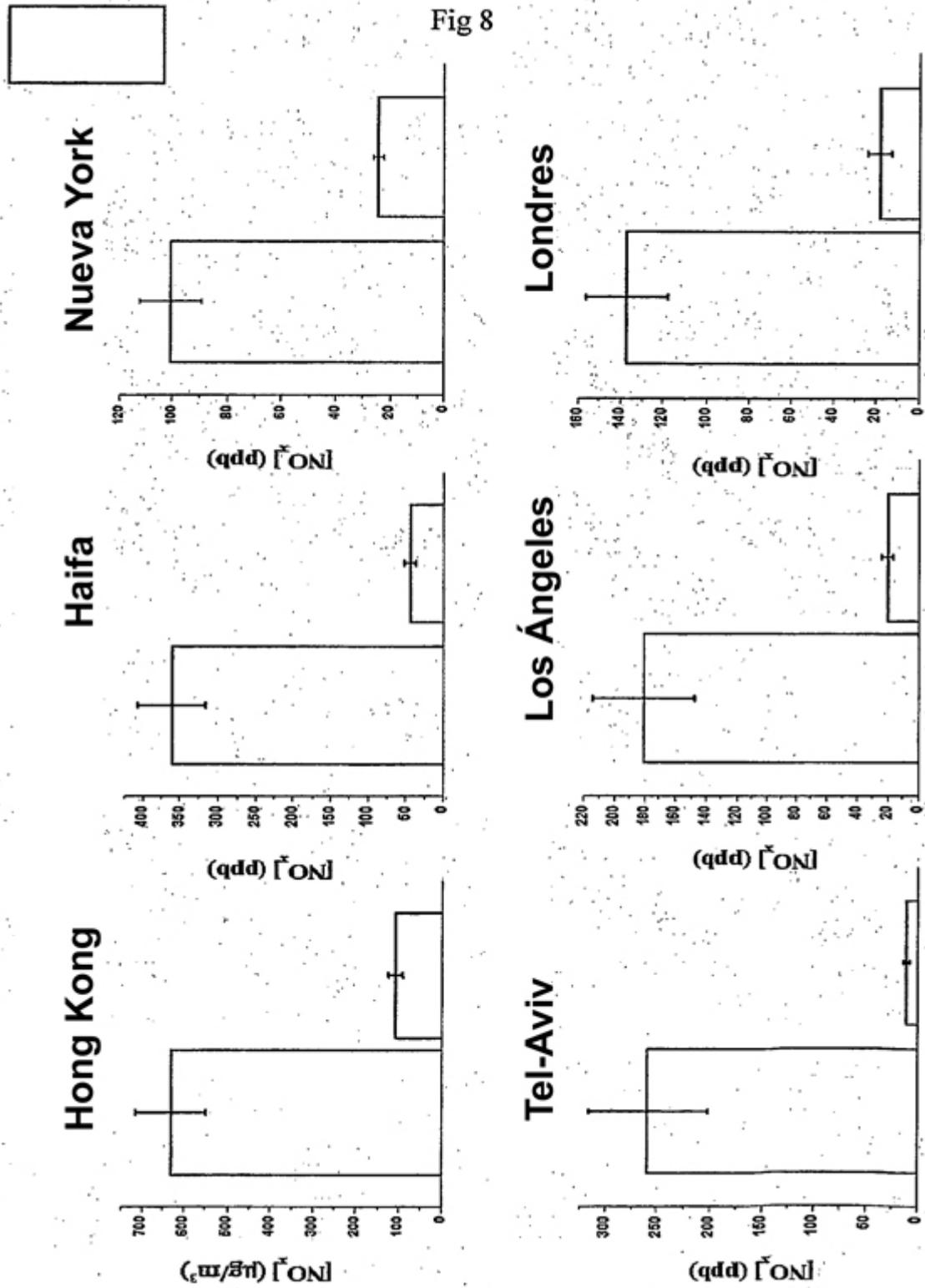


Fig 7





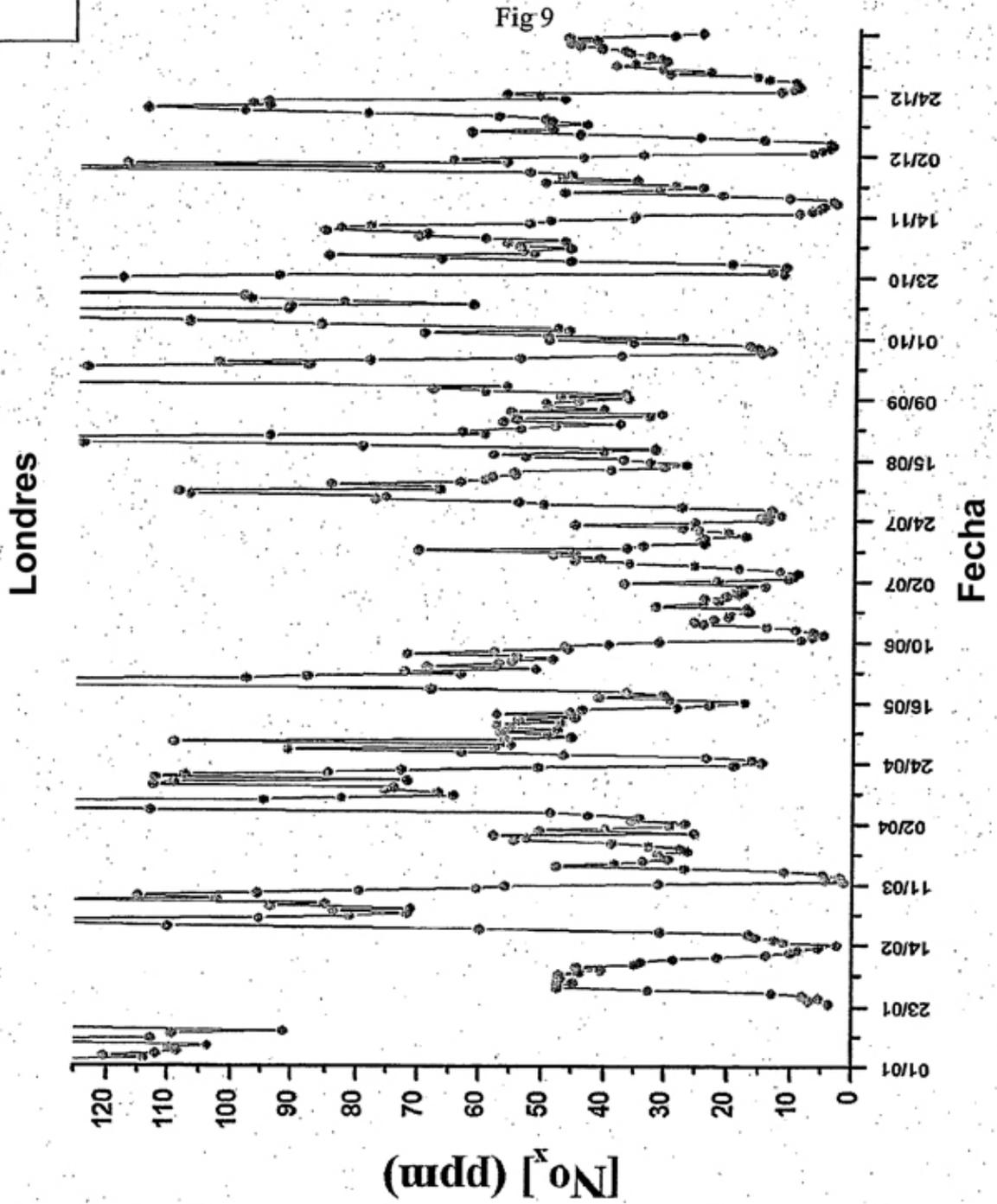
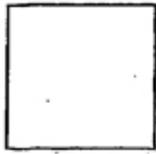


Fig 10

